

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-107322

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-257206

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 永峰 邦浩

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 泉野 訓宏

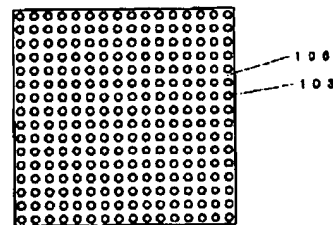
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 LED表示器

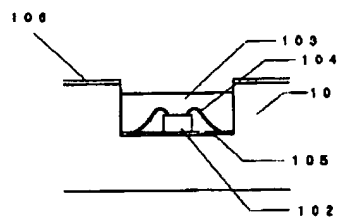
(57) 【要約】

【課題】本願発明は、高精細に白色系が発光可能な発光部を有するLED表示器に関する。

【解決手段】本願発明は、導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を(R E<sub>1-x</sub> S m<sub>x</sub>)<sub>3</sub> (A l<sub>1-y</sub> G a<sub>y</sub>)<sub>5</sub> O<sub>12</sub>: C e 蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであるLED表示器である。(但し、0≦x<1、0≦y≦1、R Eは、Y、G d、L aからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。)



(A)



(B)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部内に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_2O_{12}$ :Ce蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであることを特徴としたLED表示器。但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、各種データを表示可能なディスプレイ、ラインセンサーの光源や表示器に関し、特に高精細に白色系が発光可能な発光部を有するLED表示器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】今日、RGB（赤色系、緑色系、青色系）において1000mcdにも及ぶ超高輝度に発光可能なLEDチップがそれぞれ開発された。これに伴い、赤色系（R）、緑色系（G）、青色系（B）が発光可能な各LEDチップを用い混色発光させることでフルカラー表示させるLED表示器が設置されつつある。このようなLED表示器の使用目的例としてフルカラータイプを用いた大型映像装置の他に、屋内、屋外での文字表示板等がある。具体的には、図3の如くRGBが発光可能なLEDチップをそれぞれマウント・リードのカップ内に配置し、各LEDチップとインナー・リードとを導電性ワイヤー等を用いてそれぞれ電気的に接続させてある。また、各LEDチップ、導電性ワイヤー及びリードフレームの少なくとも一部をモールド樹脂で被覆させることによってLEDランプを構成してある。このようなLEDランプを用いてLED表示器を構成させる場合、プリント配線板にドットマトリクス状などに実装し、LED駆動回路基板と接続ピン又はコネクタを用いて接続することにより形成される。このようなLED表示器は、LEDランプ内の各LEDチップをそれぞれ発光させることによって白色系が発光可能である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、LEDチップは優れた単色性ピーク波長を有するが故、白色表示のみを表示させる白黒用ディスプレイなどにおいても各LEDチップを駆動させざるを得ない。また、各LEDチップを配置し電気的接続を取るためには、基板上のLEDランプがある程度の大きさを必要とする。さらに、RGBの混色性を向上させるためには、LEDチップを近づけるだけでは十分でない場合がある。混色性を向上させるためには、レンズ効果を持たせたモールド部

材などを利用する必要があった。そのため、LEDランプを利用したLED表示器の小型化には限界がある。

【0004】したがって、高細密ディスプレイ用途にはRGBのLEDランプなどが配置された単一のLEDランプ径（3〜5μ）に制限されドットピッチの低減が困難である。例えば16×16ドットを有するマトリクス状のディスプレイで、たとえ5μのLEDランプを用いてもドットピッチ約6mmの約96mm角ディスプレイ基板の作製が現在のところ限界である。

【0005】加えてリードフレームを有したLEDランプ構造では実装時、プリント基板に貫通孔が必要になるため、基板配線領域の減少に伴う配線設計の複雑さや接続ピン又はコネクタの配置が困難になるという問題が生ずる。さらに、LEDランプ形状ではランプ高さが10〜15mmになるのでディスプレイ部の厚さを薄くすることが困難である。また、LEDランプのレンズ形状により光源の指向特性が制限されており（例えば半角度±30度等）高視野角の表示装置用途としては不向な場合がある。

【0006】表面実装型LED（以下、チップタイプLEDとも呼ぶ。）の場合は、砲弾型ランプLEDなどよりも外形サイズをやや小さくすることができる。しかしながら、同一面内に多数個配置するには表面実装装置や補修工程を考慮して隣接するLEDチップ同士の間隔が必要になる。したがって、表面実装型LEDでも、RGBのLEDチップを積載させる場合は、高密度搭載が困難となる。

【0007】さらに、RGB3色が発光可能なLEDチップをそれぞれ用いた高密度実装LED表示器では、LEDランプのリードフレームなどからの放熱だけでは十分ではない。そのため、基板からの放熱が必要になりプリント配線板では困難と考えられる。したがって、本願発明は上記課題を解決するもので、高細密で高視野角、高信頼性、薄型化可能なLED表示器を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、導体配線を配し2以上の凹状開口部を有する基板と、該凹状開口部内に前記導体配線と電気的に接続された窒化ガリウム系化合物半導体を発光層に有するLEDチップと、前記凹状開口部内を $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_2O_{12}$ :Ce蛍光物質を有するコーティング部材で封止したLED表示器であって、前記基板がセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つであることを特徴としたLED表示器である。（但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。）

## 【0009】

【作用】本願発明は、青色系発光が可能な窒化ガリウム

系化合物半導体を有するLEDチップと、 $(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  蛍光物質と、を放熱性に優れ2以上の凹状開口部を近接して設けた導体配線層を有する基板上に配置させた場合においても、より高細密、高視野角な白色系が発光可能なLED表示器とすることができるものである。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本願発明者は、種々の実験の結果、特定の半導体発光素子、蛍光物質及びマトリックス基板を選択することにより混色性よく高細密に白色系発光可能なLED表示器とすることができることを見出し、本願発明を成すに至った。

【0011】即ち、LEDチップと、このLEDチップからの光により励起される蛍光物質と、を2以上近接した開口部を有する基板上に配する場合、LEDチップを窒化ガリウム系半導体、蛍光物質を $(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、2以上の凹状開口部を有する基板をセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つとさせることによって混色性よく高細密に白色系発光可能なLED表示器としたものである。

【0012】LEDチップは、高輝度に青色系の発光が可能である。蛍光物質は、LEDチップからの発光によって効率よく且つ高照射下においても耐光性よくLEDチップからの発光色と補色関係などにある発光が可能である。また基板は、LEDチップ、蛍光物質を高細密に配置可能であると共にLEDチップからの熱を効率よく外部に放出可能などの特徴を有することが求められる。これらの条件を満たす本願発明の構成とすることによって、ドットピッチが2mmで開口部径が約1.5mmに至るような超高密度下においても、色ずれや発光輝度の低下が極めて少ないLED表示器とすることができるものである。

【0013】具体的な一例として、LEDディスプレイ装置を図1に示す。セラミックス基板のドットマトリクス状に配置された開口部内に発光部に窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップをエポキシ樹脂などを用いて固定させてある。導電性ワイヤーとして金線をLEDチップの各電極と、セラミックス基板上に形成された金メッキパターンと、にそれぞれ電気的に接続させてある。 $(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  蛍光物質をシリコンゴム中に混合分散させたものを注入させ均一に硬化形成させる。このようなLED表示器に電力を供給させることによって発光させることができる。これらの発光は、LEDチップからの発光と、その発光によって励起された蛍光物質からの発光との混色により白色系などが発光可能である。以下、本願発明の構成部材について詳述する。

【0014】(基板101)本願発明に用いられる基板101としては、LEDチップ102及び導電性ワイヤ

ー104などの電気的接続部材などと蛍光物質を含有させる複数の凹状開口部を設けた導体配線層105を有するものである。複数のLEDチップを直接同一基板上に高密度実装させるとLEDチップからの放熱量が多くなる。このLEDチップからの熱を十分放熱できず、また $(\text{RE}_{1-x}\text{Sm}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  蛍光物質を樹脂中に均一に分散させなければコーティング部の部分的な亀裂や着色などの劣化を生じさせる場合もある。

【0015】したがって、本願発明に用いられる凹状開口部を設けた導体配線層105を有する基板としては、放熱性の優れた蛍光物質を含有させたコーティング部103などとの密着性が良いことが望まれる。このような凹状開口部を有する配線基板材料としては、セラミックス基板、金属をベースにし絶縁層を介して導体配線層を有する金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂基板が挙げられる。これらの基板は、凹状開口部と配線部層を同一材料で形成することが可能であり、セラミックス基板では孔開き基板の積層、金属基板ではプレス加工、有機樹脂基板では樹脂成型により凹状開口部と配線部が一体化したLED表示器を簡単に形成させることができる。

【0016】特に、放熱性及耐熱性の点においてアルミナを主としたセラミックス基板がより好ましい。具体的には、原料粉末の90～99重量%がアルミナであり、焼結助剤として粘度、タルク、マグネシア、カルシア及びシリカ等が4～10重量%添加され1500から1700℃の温度範囲で焼結させたセラミックス基板、や原料粉末の40～60重量%がアルミナで焼結助剤として60～40重量%の珪酸塩粒子、コーシユライト、フォルステライト、ムライトなどが添加され800～1200℃の温度範囲で焼結させたセラミックス基板等である。

【0017】このような基板は、焼成前のグリーンシート段階で種々の形状をとることができる。配線105は、タングステンやモリブデンなど高融点金属を樹脂バインダーに含有させたものを配線パターンとして、グリーンシート上などで所望の形状にスクリーン印刷などさせることによって構成させることができる。また、開口したグリーンシートを多層に張り合わせるなどによりLEDチップや蛍光物質を含有させる開口部をも自由に形成させることができる。したがって、円筒状や孔径の異なるグリーンシートを積層することで階段状の開口部側壁などを形成することも可能である。このようなグリーンシートを焼結させることによってセラミックス基板が得られる。また、それぞれを焼結させた後、接着させて用いてもよい。

【0018】また、最表面のグリーンシートに、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ などをグリーンシート自体に含有させることによって形成された基板表面1

0.6だけを暗色系にさせることができる。このような最表面を持った基板は、コントラストが向上しLEDチップや蛍光物質の発光をより目立たせることにもなる。

【0019】開口部に向かって広がった側壁は、更なる反射率を向上させることができる。凹状開口部の側壁形状は、LEDチップからの発光の損失を避けるために光学的に反射に適した直線上のテーパ角ないしは曲面、又は階段状が挙げられる。また、凹状開口部の深さは蛍光物質を分散したスラリーが流れ出るのを防止すると共に、LEDチップからの直射光を遮蔽しない範囲での角度により決められる。したがって、凹状開口部の深さは、0.3mm以上が好ましく、0.5mm以上2.0mm以内がより好ましい。

【0020】基板の凹状開口部は、LEDチップ及び蛍光物質を内部に配置させるものである。したがって、LEDチップをダイボンド機器などで直接積載などとすると共にLEDチップとの電気的接続をワイヤーボンディングなどで採るだけの十分な大きさがあれば良い。凹状開口部は、所望に応じて複数設けることができ、16×16や24×24のドットマトリックスや直線状など種々選択させることができる。凹状開口部のドットピッチが4mm以下の高細密の場合には、砲弾型LEDランプを搭載する場合と比較して大幅にドットピッチが縮小したものとすることができる。また、本願発明の構成では、このような高細密においてもLEDチップからの放熱性に関連する種々の問題を解決できる特に優れた高密度LEDディスプレイ装置となる。LEDチップと基板底部との接着は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、フェースダウンLEDチップなどにより基板に設けられた配線と接着させると共に電気的に接続させるためにはAgペースト、ITOペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。また、基板上に形成された配線には、導電率、LEDチップや蛍光物質が配される基板底部の反射率などを向上させるために銀、金、銅、白金やこれらの合金を蒸着やメッキ処理などを施して形成させることもできる。

【0021】(蛍光物質)本願発明に用いられる蛍光物質としては、半導体発光層から発光された可視光及び紫外線で励起されて発光する蛍光物質をいう。具体的な蛍光物質としては、 $(RE_{1-x}Sm_x)_2(A_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ ：Ce蛍光物質(但し、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、REは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素)である。窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップから発光した光と、蛍光物質から発光する光が補色関係などにある場合、LEDチップからの発光と、蛍光物質からの発光と、を混色表示させると白色系の発光色表示を行うことができる。凹状開口部に蛍光物質を充填させるためには、蛍光物質の粉体な

どを樹脂や硝子中に含有させLEDチップからの光が透過する程度に薄くさせることによって形成できる。蛍光物質と樹脂などとの比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより色温度の高い白色系を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

【0022】さらに、蛍光物質の含有分布は、混色性や耐久性にも影響する。すなわち、蛍光物質が含有された凹状開口部の表面側からLEDチップに向かって蛍光物質の分布濃度が高い場合は、外部環境からの水分などの影響をより受けにくく水分による劣化を抑制しやすい。他方、蛍光物質の含有分布をLEDチップから凹状開口部表面側に向かって分布濃度が高くなると外部環境からの水分の影響を受けやすいがLEDチップからの発熱、照射強度などの影響がより少なく蛍光物質の劣化を抑制することができる。このような、蛍光物質の分布は、蛍光物質を含有する部材、形成温度、粘度や蛍光物質の形状、粒度分布などを調整させることによって種々形成させることができる。したがって、使用条件などにより蛍光物質の分布濃度を、種々選択することができる。

【0023】本願発明の蛍光物質は、特にLEDチップと接する或いは近接して配置され放射照度として( $E_e$ ) $=3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性有することができる。

【0024】本願発明に用いられる蛍光物質は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが450nm付近などにさせることができる。また、主発光ピークも530nm付近にあり700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0025】また、窒化ガリウム系半導体を用いたLEDチップと、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光物質(YAG)に希土類元素のサマリウム(Sm)を含有させた蛍光物質と、を有することによりさらに光効率を向上させることができる。

【0026】このような蛍光物質は、Y、Gd、Ce、Sm、Al、La及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Sm、Laの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を硝酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化ア

ンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350~1450℃の温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。

【0027】 $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$  蛍光物質は、結晶中にGdを含有することにより、特に460nm以上の長波長域の励起発光効率を高くすることができる。ガドリニウムの含有量の増加により、発光ピーク波長が、530nmから570nmまで長波長に移動し、全体の発光波長も長波長側にシフトする。赤みの強い発光色が必要な場合、Gdの置換量を多くすることで達成できる。一方、Gdが増加すると共に、青色光によるフォトルミネセンスの発光輝度は徐々に低下する。したがって、pは0.8以下であることが好ましく、0.7以下であることがより好ましい。さらに好ましくは0.6以下である。

【0028】Smを含有する $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$  蛍光物質は、Gdの含有量の増加に関わらず温度特性の低下が小さい。このようにSmを含有させることにより、高温域における蛍光物質の発光輝度は大幅に改善される。その改善される程度はGdの含有量が高くなるほど大きくなる。すなわち、Gdを増加して蛍光物質の発光色調に赤みを付与した組成ほどSmの含有による温度特性改善に効果的であることが分かった。(なお、ここでの温度特性とは、450nmの青色光による常温(25℃)における励起発光輝度に対する、同蛍光物質の高温(200℃)における発光輝度の相対値(%)で表している。)

【0029】Smの含有量は $0.0003 \leq r \leq 0.08$ の範囲で温度特性が60%以上となり好ましい。この範囲よりrが小さいと、温度特性改良の効果が小さくなる。また、この範囲よりrが大きくなると温度特性は逆に低下してくる。 $0.0007 \leq r \leq 0.02$ の範囲では温度特性は80%以上となり最も好ましい。

【0030】Ceは $0.003 \leq q \leq 0.2$ の範囲で相対発光輝度が70%以上となる。qが0.003以下では、Ceによるフォトルミネセンスの励起発光中心の数が減少することで輝度低下し、逆に、0.2より大きくなると濃度消光が生ずる。

【0031】本願発明において、このような蛍光物質を2種類以上混合させてもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$  : Ce 蛍光物質を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。これにより、より色純度の高いLED表示器とさせることもできる。

【0032】(LEDチップ102)本願発明に用いられるLEDチップ102とは、 $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$  : Ce 蛍光物質を効率良く励起でき

る窒化物系化合物半導体である。発光素子であるLEDチップは、MOCVD法等により基板上にInGaIn等の半導体を発光層として形成させる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混品度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0033】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGaIn等のバッファ層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーピングしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーピングしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、炬による加熱、低連電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。エッチングなどによりP型半導体及びN型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。

【0034】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン(経線)を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにして窒化ガリウム系化合物半導体であるLEDチップを形成させることができる。

【0035】本願発明において白色系を発光させる場合は、蛍光物質との補色関係や樹脂劣化等を考慮して発光素子の発光波長は400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、450nm以上475nm以下がさらに好ましい。本願発明の発光スペクトル例を図2に示す。450nm付近にピークを持つ発光がLEDチップからの発光であり、570nm付近にピークを持つ発光がL

LEDチップによって励起された蛍光物質の発光である。

【0036】(コーティング部材103)コーティング部材103とは、LEDチップ102の発光を変換する蛍光物質が含有されるものである。コーティング部材を構成するバインダーの具体的材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコンなどの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。高密度にLEDチップを配置させた場合は、熱衝撃による導電性ワイヤーの断線などを考慮しエポキシ樹脂、シリコン樹脂やそれらの組み合わせたものなどを使用することがより好ましい。また、蛍光物質自体が散乱性を持っているが、視野角をさらに増やすために拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0037】(導電性ワイヤー104)導電性ワイヤー104としては、LEDチップ102の電極と基板の配線とを接続させる電気的接続部材の1種であり、オーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性を考慮して導電性ワイヤーの直径は、好ましくは、 $\Phi 10\mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45\mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップの電極と、基板に設けられた導電性パターンなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0038】(表示装置)本願発明のLED表示器を駆動手段と接続させることによって白黒用LED表示装置とさせることができる。白黒用のLED表示器は、内部にLEDチップ及び蛍光物質を有する凹状開口部をマトリックス状などに配置し構成する。LEDチップを、LED表示器の外部端子を介して駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)と、RAMに記憶されるデータから発光部を所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、発光部を点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータから発光部の点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0039】したがって、白黒用のLED表示装置は、RGBの各LEDチップを利用したフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化でき

る。そのため、RGBの各LEDチップの半導体特性が異なることに伴う色むらなどがないディスプレイなどとすることができる。また、蛍光物質によってLEDチップからの光が散乱されると共に白色光源となるので、赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ、人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。また、蛍光物質が等方的に発光すること及びLEDチップからの発光が蛍光物質によって散乱されることにより視野角が広がる。以下、本願発明の具体的な実施例について詳述する。

#### 【0040】

##### 〔実施例〕

(実施例1)ドットマトリクス状に凹状開口部を有する配線基板としてセラミックス基板を使用した。凹状開口部はセラミックス基板製造時に配線層のない孔開きグリーンシートを積層することによって形成させた。配線層は、タングステン含有バインダーを所望の形状にスクリーン印刷させることにより形成させた。各グリーンシートは、重ね合わせて形成させてある。なお、表面層106にあたるグリーンシートには、基板のコントラスト向上のために酸化クロムを含有させてある。これを焼結させることによってセラミックス基板を構成させた。凹状開口部のドットピッチは、 $2.0\text{ mm}$ 、開口部深さ $1.0\text{ mm}$ 、 $16 \times 16$ ドットの全長 $2\text{ mm}$ 角のセラミックス基板を使用し配線層はドットマトリクスに対応したコモン、信号線を敷設し表面はN型メッキを施している。セラミックス基板からの信号線の取り出しは、金属コパールによる接続ピンを銀ろう接線により形成した。

【0041】また、半導体発光素子であるLEDチップとして、主発光ピークが $450\text{ nm}$ のGaInN半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成長させることにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH<sub>4</sub>と $\text{Cp-Mg}$ と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム半導体を形成しPN接合を形成させた。(なお、P型半導体は、成長後 $400^\circ\text{C}$ 以上でアニールさせてある。)

【0042】エッチングによりPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリング法により各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子としてLEDチップを形成させた。この青色系が発光可能なLEDチップをエポキシ樹脂で基板開口部内の所定の場所にダイボンディング後、熱硬化により固定させた。その後 $25\mu\text{m}$ の金線をLEDチップの各電極と、基板上の配線とにワイヤーボンディングさせることにより電気的接続をとった。

【0043】一方、蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を硫酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと、を混合させ混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された $(Y_{0.5}Gd_{0.5})_3Al_5O_{12}$ ：Ce蛍光物質80重量部、シリコンゴム90重量部をよく混合してスリラーとさせた。このスリラーをLEDチップが配置され、16×16のセラミックス基板の凹状開口部内にそれぞれ注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を130℃1時間で硬化させLED表示器を形成させた。この時のLED表示器の厚みはセラミックス基板の厚み2.0mmしかなく、砲弾型LEDランプ使用のディスプレイ装置と比較して大幅な薄型化が可能であった。

【0044】このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)及びRAMに記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と階調制御回路の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバーとを備えたCPUの駆動手段と、を電気的に接続させてLED表示装置を構成した。

【0045】こうして得られた白色系が発光可能なLED表示器を全て点灯させたときの平均色度点、色温度、演色性指数をそれぞれ測定した。それぞれ、色度点( $x=0.302$ ,  $y=0.291$ 、色温度8085K、 $R_a$ (演色性指数)=87.3と三波長型蛍光灯に近い性能を示した。また、寿命試験として温度25℃において一つのLEDチップあたり60mA通電を100時間させた場合においても変化は観測されなかった。このとき発光部近傍とセラミックス基板の裏面側とはほとんど温度差がなく効率よく放熱できていることが確認された。セラミックス基板の熱伝導性が良好なため、LED素子からの放熱対策も放熱フィン装着又は強制空冷等で容易に行えることも確認できた。また、本願発明は、LEDランプでLED表示器を構成させたものよりも歩留まりが高かった。これは、LEDランプの場合、半田付け不良に伴う実装信頼性が低い。しかし、本願発明ではワイヤーボンディングによる接続のため実装信頼性が高かったためと考えられる。

【0046】(実施例2)凹状開口部を有するセラミックス基板の代わりに、金属をベースにし絶縁層を介して導体配線層を有する金属基板を使用した以外は、実施例1と同様にしてLED表示器を構成させた。金属基板はプレス成形によりLEDチップからの反射率を低下させない直線状テーパ又は、曲面を有する側壁形状と自由に形成できることを確認した。

【0047】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本願発明は、LEDチップと、このLEDチップからの光により励起される蛍光物質と、を2以上近接した開口部を有する基板に配する場合、LEDチップを窒化ガリウム系半導体、蛍光物質を $(RE_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$ ：Ce、2以上の凹状開口部を有する基板をセラミックス、金属基板、熱伝導性フィラー入り耐熱性有機樹脂から選択される1つとさせることによって、従来にない高視野角で、薄型化、高細密の1mmドット以下(例えば2mmピッチ)のドットマトリクス構造が形成可能な白色系LED表示器とさせることができる。また、LEDチップの指向特性がそのまま使用可能となり+60度半値角の高視野角LED表示装置の製造が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、本願発明のLED表示器を表す模式的正面図であり、図1(B)は、その部分断面図を示す。

【図2】図2は、本願発明のLEDディスプレイ装置から放出光を積分球により測定したスペクトル図である。

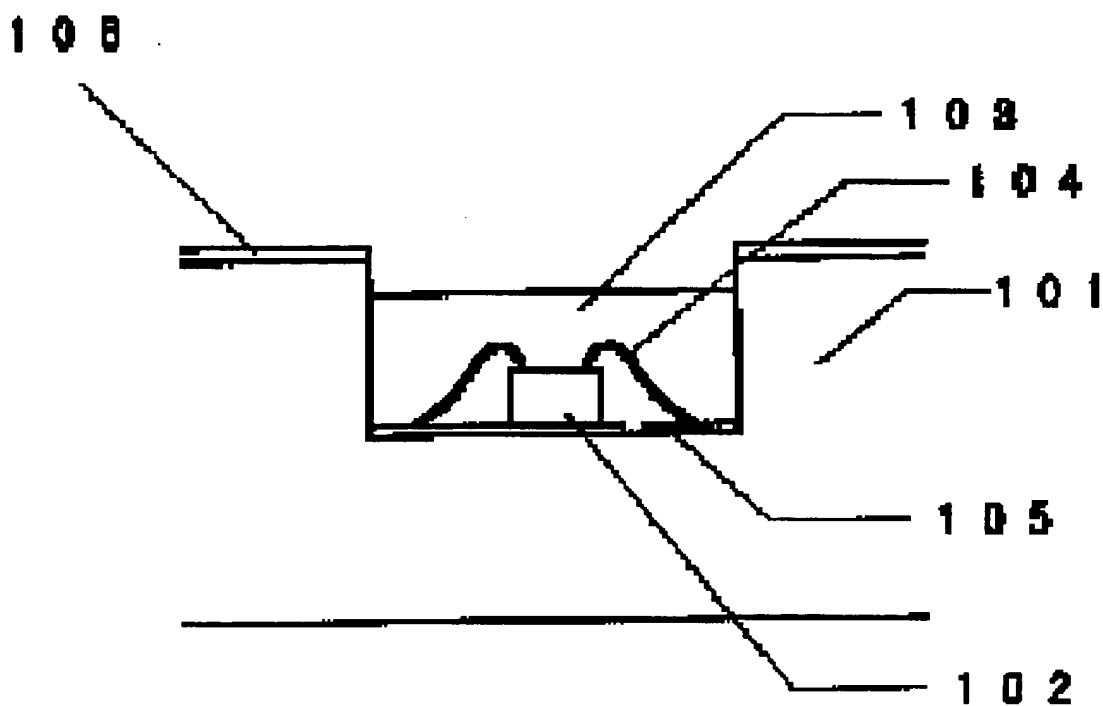
【図3】図3は、本願発明と比較のために示したRGBの各LEDチップを有するLEDランプの模式的断面図である。

【符号の説明】

- 101・・・セラミックス基板
- 102・・・LEDチップ
- 103・・・コーティング部材
- 104・・・導電性ワイヤー
- 105・・・配線パターン
- 106・・・表面層
- 301・・・モールド樹脂
- 302・・・LEDチップ
- 303・・・インナー・リード
- 304・・・RGBの各LEDチップが配されたマウントリード



BEST AVAILABLE COPY

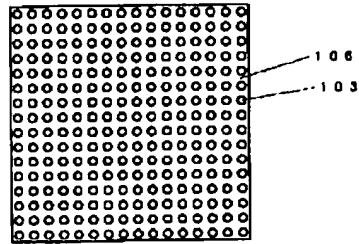




(8)

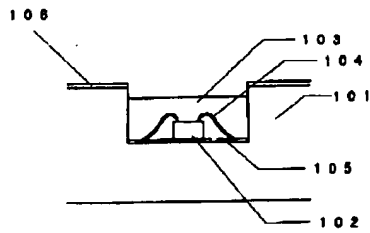
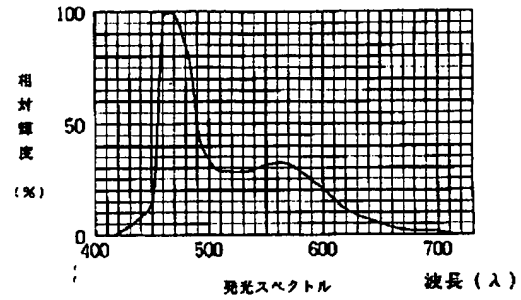
特開平10-107322 - -

【図1】



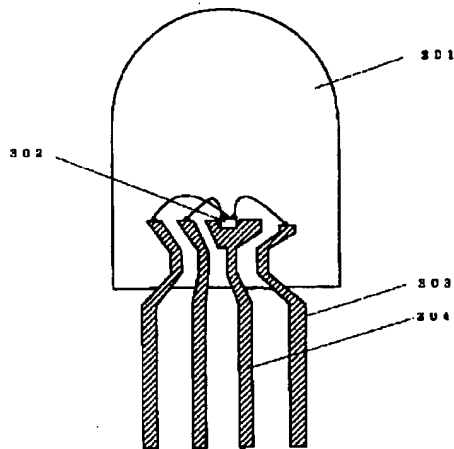
(A)

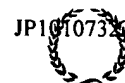
【図2】



(B)

【図3】





INVESTOR IN PEOPLE

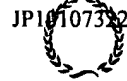
PN - JP10107322 A 19980424  
PA - NICHIA KAGAKU KOGYO KK  
PD - 1998-04-24  
PR - JP19960257206 19960930  
OPD - 1996-09-30  
TI - LED DISPLAY  
IN - NAGAMINE KUNIHIRO; IZUNO KUNIHIRO  
ICO - T01L33/00B7  
EC - H01L33/00B3B  
IC - H01L33/00

© WPI / DERWENT

PN - JP10107322 A 19980424 DW199827 H01L33/00 008pp  
PA - (NICH-N) NICHIA KAGAKU KOGYO KK  
TI - Structure of LED indicator used in indoor-outdoor display boards, large sized video apparatus - has substrate made of specific ceramic and metal with concave opening, which is closed by coating member containing specific elements  
PR - JP19960257206 19960930  
IC - H01L33/00  
AB - J10107322 The structure includes a substrate (101), on which a conductor wiring (104) and set of concave openings are formed. A LED chip (102) containing gallium-nitride group compound semiconductor is electrically connected with the wirings through the openings.  
- The openings are sealed with a coating member (103) containing a specific fluorescent material. The substrate is made of specific ceramic and metal along with thermally conductive filler consisting of heat resistant organic resin. The coating member includes elements like yttrium, gadolinium and lanthanum.  
- ADVANTAGE - Improves angle of visibility. Simplifies manufacture. Increases directional characteristic.  
- (Dwg. 1/3)  
OPD - 1996-09-30  
AN - 1998-303806 [27]

© PAJ / JPO

PN - JP10107322 A 19980424  
PA - NICHIA CHEM IND LTD  
PD - 1998-04-24  
AP - JP19960257206 19960930  
IN - NAGAMINE KUNIHIRO; IZUNO KUNIHIRO  
TI - LED DISPLAY  
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve an improved fineness and a high visual field angle, improve reliability, and make an LED display thin by arranging a conductor wire and selecting a substrate with a plurality of recessed openings from ceramic, a metal substrate, and a heat-resistance organic resin with a thermally conductive filler.



OLUTION: A substrate 101 has a conductor wiring layer 105 where, for example, an electrical connection member such as an LED chip 102 and a conductive wire 104 and a plurality of recessed openings that contain a fluorescent substance are provided. A substrate with the conductor wiring layer 105 with the recessed openings preferably has an improved adhesion property with, for example, a coating part 103 that contains a fluorescent with improved heat radiation property. As a wiring substrate material with the recessed openings, a ceramic substrate, a metal substrate with a conductor wiring layer via an insulation layer, based on a metal and a heat-resistance organic resin substrate with a thermally conductive filler are listed. Especially, a ceramic substrate mainly consisting of alumina is preferable, in terms of heat radiation property and weather resistance.

I - H01L33/00